

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до виконання курсового проекту з дисципліни
«АГРОКЛІМАТОЛОГІЯ»,
змістовний модуль "Агрокліматологія"

для студентів денної та заочної форми навчання
Напрямок підготовки: Гідрометеорологія (атмосферні науки)
Спеціалізація "Агрометеорологія"

ЗАТВЕРДЖЕНО
на засіданні методичної комісії
гідрометеорологічного інституту
Протокол №___ від _____ 2017р.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до виконання курсового проекту з дисципліни «Агрокліматологія»,
змістовний модуль "Агрокліматологія"

Одеса-2017

Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни «Агрокліматологія», змістовний модуль «Агрокліматологія» студентами денної та заочної форми навчання. Напрямок підготовки «Гідрометеорологія», спеціалізація - Агromетеорологія //Укладачі: доктор геогр. наук, проф. Ляшенко Г.В., к.геогр.н., доц. Кирнасівська Н.В. – Одеса, ОДЕКУ, 2017. - 30 с.

ПЕРЕДМОВА

Підготовка висококваліфікованих фахівців здійснюється шляхом надання студентам теоретичних знань на лекціях, практичних навиків при виконанні лабораторно-практичних робіт і знань, отриманих в процесі самостійної підготовки до контролюючих заходів.

Виконання курсового проекту об'єднує в собі всі три складові підготовки фахівця: самостійну теоретичну підготовку за обраною темою, вивчення та обґрунтування доцільності застосування певних методів розрахунків, аналізу і оцінок. Завершений курсовий проект являє собою цілісну наукову роботу, яка може бути запропонована для практичного використання при агрометеорологічному обслуговуванні сільськогосподарської галузі.

Курсовий проект з агрокліматології виконується на денній формі навчання у 8 семестрі і є частиною змістовного практичного модуля, та за заочною формою навчання - на 5-му курсі і входить в межсесійний період контролю. Максимальний бал за курсовий проект дорівнює 20.

Мета курсового проекту – поглиблення та закріплення теоретичних знань, які були здобуті при вивченні теоретичного курсу з агрокліматології та набуття практичних навичок у застосуванні методів розрахунку агрокліматичних показників, аналізу їх просторової та часової мінливості в залежності від географічних параметрів, інформативне оформлення результатів досліджень.

Основні вимоги до проекту:

- достовірність інформації, яка забезпечується використанням матеріалів спостережень на мережі метеорологічних і агрометеорологічних станцій і постів;
- застосування загальноприйнятих та нових методів розрахунку агрокліматичних показників;
- використання сучасних методів аналізу просторово-часового розподілу агрокліматичних показників;
- застосування сучасних методів агрокліматичної оцінки територій стосовно росту, розвитку і формування продуктивності сільськогосподарських культур;
- інформативне (наочне) представлення результатів досліджень (таблиці, графіки, діаграми, карти).
- посилання на джерела, які висвітлюють результати фундаментальних і прикладних досліджень, в т.ч., за останнє десятиріччя.

Приклад оформлення титульного аркуша для денної і заочної форми навчання надається в додатку А1 і А2. Загальний обсяг розрахунково - пояснювальної записки - 30-40 сторінок, в т.ч., графічно-табличного матеріалу - 3-5 таблиць і до 10 рисунків. Список джерел не менше 15 найменувань.

Курсовий проект може бути виконано за однією із наступних тем:

1. *Оцінка агрокліматичних ресурсів території стосовно вирощування певної культури у визначеному місці.*
2. *Агрокліматична оцінка тепло- і вологозабезпеченості певної сільськогосподарської культури у визначеному місці.*
3. *Агрокліматична оцінка морозонебезпечності для певної озимої або багаторічної культури у визначеному місці.*
4. *Агрокліматична оцінка заморозконебезпечності території для певної теплолюбної сільськогосподарської культури у визначеному місці.*

Курсовий проект виконується за багаторічними даними (20-25-річний період) спостережень по одній агрометеорологічній станції.

Вихідними матеріалами (в залежності від теми) є:

- середня декадна температура повітря впродовж року (в розрізі місяців або декад);
- середні декадні значення дефіциту насичення водяної пари впродовж року (в розрізі місяців або декад);
- кількість опадів впродовж року (в розрізі місяців або декад);
- запаси продуктивної вологи в орному та метровому шарах ґрунту за всі декади вегетаційного періоду;
- мінімальні температури повітря в зимові місяці (у розрізі декад);
- висота снігового покриву;
- глибина промерзання ґрунту;
- мінімальні температури повітря і поверхні ґрунту в період з березня по червень та з серпня по листопад;
- початок основних фенофаз розвитку культур (від дати посіву до дозрівання).

Також необхідними є агрокліматичні довідники, літературні джерела з агрокліматичних досліджень, конспекти лекцій, а також ґрунтові та агрокліматичні карти і довідник з агрогідрологічних властивостей ґрунту. Розрахунок необхідних характеристик клімату та графічно-табличне оформлення проекту здійснюється із застосуванням ПЕОМ за пакетом стандартних програм.

1. ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ

Виконання курсового проекту необхідно розпочинати з вивчення спеціальної наукової літератури за темою. Це, насамперед, вивчення фізико-географічного положення досліджуваної території і морфологічної та біологічної характеристики культури.

Основна увага приділяється методам розрахунку агрокліматичних показників та методів агрокліматичної оцінки територій стосовно її придатності для вирощування певної культури.

Курсовий проект містить вступ, реферативні і спеціальні розділи. В спеціальних розділах представляються результати розрахунків агрокліматичних ресурсів і небезпечних агрокліматичних умов та їх оцінка стосовно вирощування сільськогосподарської культур.

Нижче надається приклад теми та приблизний план курсового проекту.

ОЦІНКА АГРОКЛІМАТИЧНИХ РЕСУРСІВ ТЕРИТОРІЇ *(назва регіону, області та ін.)* **СТОСОВНО ВИРОЩУВАННЯ КУЛЬТУРИ** *(назва культури)*.

Зміст.

ВСТУП.

1. ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНЕ ТА АГРОКЛІМАТИЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА _____ *(назва області та ін.)*.

1.1 Фізико-географічний опис прилеглої території.

1.2. Агрокліматична характеристика _____ *(назва області та ін.)*

1.3. Коротка морфологічна характеристика _____ *(культури)*

1.4. Вимоги _____ *(культури)* до світла, тепла і вологи.

2. МЕТОДИ РОЗРАХУНКУ АГРОКЛІМАТИЧНИХ РЕСУРСІВ ТА АГРОКЛІМАТИЧНОЇ ОЦІНКИ ТЕРИТОРІЇ СТОСОВНО КУЛЬТУРИ.

2.1. Методи розрахунку показників радіаційно-світлових і теплових ресурсів та ресурсів вологи.

2.2. Методи агрокліматичної оцінки тепло- та вологозабезпеченості сільськогосподарських культур.

2.4. Методи агрокліматичної оцінки умов заморозконебезпечності навесні та восени і морозонебезпечності взимку.

3. АГРОКЛІМАТИЧНА ОЦІНКА _____ *(території)* СТОСОВНО УМОВ ЗРОСТАННЯ _____ *(культура)*

3.1. Радіаційно-світлові ресурси та забезпеченість _____ *(культури)* світлом.

3.2. Ресурси тепла на території _____ та теплозабезпеченість _____ *(культури)*

3.3. Ресурси вологи на території _____ та вологозабезпеченість _____ *(культури)*

3.4. Режим весняних та осінніх заморозків на території _____ та заморозконебезпечність для _____ *(культури)*

3.4. Режим зимових морозів на території _____ та морозконебезпечність для _____ *(культури)*

ВИСНОВКИ

СПИСОК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

ДОДАТКИ

2. ВИМОГИ ДО ОКРЕМИХ РОЗДІЛІВ КУРСОВОГО ПРОЕКТУ

У вступі вказати найважливіші задачі, які ставляться перед сільським господарством по забезпеченню продуктами харчування населення нашої країни. Підкреслити роль клімату та погоди у формуванні врожайності сільськогосподарських культур. Відмітити необхідність детальної оцінки агрокліматичних ресурсів в кожному районі з метою оптимізації розміщення культурних рослин. В зв'язку з цим сформулювати мету курсового проекту і завдання для досягнення мети, вказати матеріали і методи розрахунків, аналізу і агрокліматичних оцінок, які будуть використані при його виконанні, комп'ютерні програм для розрахунків і оформлення проекту.

В розділі 1(реферативному) необхідно описати досліджувану територію і культуру. Цей розділ можна поділити 3-4 підрозділи.

В підрозділі 1.1 вказати розташування станції на території області, назвати природну зону, в якій знаходиться метеорологічна або агрометеорологічна станція. Описати особливості території: рельєф, типи ґрунтів, рослинність, близькість водоймища.

В підрозділі 1.2 відмітити, до якого агрокліматичного макрорайону відноситься територія станції. Дати коротку характеристику клімату (весна, літо, осінь, зима) в районі діяльності станції і вказати основну спрямованість сільськогосподарського виробництва.

В підрозділі 1.3 описати морфологічну структуру культури, а в підрозділі 1.4 - її вимоги до кліматичних умов (надати аналіз біологічних особливостей сільськогосподарської культури).

В розділі 2 (реферативному) на підставі детальної проробки спеціальної літератури з агрокліматології дати аналіз сучасних методів розрахунків основних агрокліматичних показників, які характеризують ресурси світла, тепла і вологи та умови морозо- і заморозконебезпечності, методи оцінки агрокліматичних ресурсів стосовно зростання сільськогосподарських культур.

Цей розділ може містити декілька підрозділів, в кожному із яких описуються запропоновані різними дослідниками агрокліматичні показники, що адекватно відбивають співвідношення між вимогами сільськогосподарських культур до факторів життя і умовами навколишнього середовища. Так як до основних факторів життя відносяться світло, тепло і волога, то й із факторів навколишнього середовища розглядаються ресурси світла, тепла і вологи.

До основних агрокліматичних показників, які характеризують ресурси світла, відносяться тривалість сонячного саява, щільність світлового потоку і кількість сонячного тепла, яке надходить на рослинний покрив (РП).

Ресурси тепла оцінюються за різними показниками термічного режиму - середньою, мінімальною і максимальною температурами. Середня температура характеризує осереднені температури за добу і не враховує добову ритміку температур, в тому числі максимальну температуру. Так як ритміка температур,

в т.ч., добова амплітуда температур, дуже відрізняється в різних географічних умовах (географічна широта і довгота та абсолютна висота місцевості), а також залежить від типу і виду ландшафту, близькості водойм, типу і гранулометричного складу ґрунтів, відповідність ресурсів тепла вимогам культури до тепла теж дуже змінюється.

Чи не найбільше показників запропоновано для агрокліматичної оцінки вологозабезпеченості. Зважаючи на те, що в різних природних зонах відзначається різниця у режимі зволоження, то й задовільнення потреб різних культур у волозі буде відрізнятися. Тому дуже важливо підкреслити особливості агрокліматичної оцінки вологозабезпеченості сільськогосподарських культур в залежності від природної зони і обґрунтувати ефективність їх застосування в різних природних зонах.

Звичайно для багаторічних і зимуючих культур важлива агрокліматична оцінка умов перезимівлі, а для однорічних і багаторічних теплолюбних культур – заморозконебезпечність на початку і в кінці вегетації. Тому при агрокліматичному обслуговуванні важливо надавати таку оцінку.

Приклад найменування підрозділів:

- 2.1. Методи розрахунку показників радіаційно-світлових і теплових ресурсів та ресурсів вологи.
 - 2.2. Методи агрокліматичної оцінки тепло- та вологозабезпеченості сільськогосподарських культур.
 - 2.3. Методи агрокліматичної оцінки умов заморозконебезпечності навесні і восени та морозонебезпечності взимку.
- Перший і другий підрозділ можна поділити на два підрозділи, а третій підрозділ можна виділяти в окремий розділ.

В розділі 3 (згідно із вказаним змістом) представляються результати розрахунків агрокліматичних показників ресурсів світла, тепла і вологи, а також умов заморозко- і морозонебезпечності у визначеному місці за теплий і вегетаційний період певної сільськогосподарської культури. В роботі необхідно здійснювати розрахунки усіх необхідних показників і визначати їх статистичні та імовірнісні характеристики.

Заключною частиною цього розділу є визначення забезпеченості певної культури в конкретному місці ресурсами світла, тепла і вологи та умов морозо- і заморозконебезпечності.

Агрокліматична оцінка здійснюється за реальними даними в певній місцевості для конкретної культури.

Приклад найменування підрозділів:

- 3.1. Радіаційно-світлові ресурси та забезпеченість _____ (культури) світлом.

- 3.2. Ресурси тепла на території _____ та теплозабезпеченість _____ (культури).
- 3.3. Ресурси вологи на території _____ та вологозабезпеченість _____ (культури).
- 3.4. Режим весняних та осінніх заморозків на території _____ та заморозконебезпечність для _____ (культури).
- 3.4. Режим зимових морозів на території _____ та морозконебезпечність для _____ (культури).

Допустимо також в розділі 3 представити результати розрахунку ресурсів світла, тепла і вологи та режиму температур і вологи взимку і режиму заморозків – весною та восени, а в розділі 4 - надати результати агрокліматичної оцінки забезпечення конкретної рослини світлом, теплом і вологою та оцінити морозо- і заморозконебезпечність на певній території.

Порядок виконання розрахунків агрокліматичних ресурсів – розділ 3.

1. Із довідникової літератури або агрометеорологічних щорічників вибираються за кожний із 20 років дати строків посіву (відновлення вегетації) та повної стиглості культур і заносимо до табл. 3.1 (стовбець 2 і 3) і підраховуємо тривалість вегетаційного періоду (стовбець 4).
2. Випишуємо із щорічників (декадних або місячних бюлетенів) середньомісячну або середньодекадну температуру і будуємо графік річного ходу температур (рис.3.1). На осі X відкладаємо дати з березня по листопад (1мм – 1 доба), а на вісі Y – температури (необхідно, щоб був весь діапазон температур за теплий період). Середньомісячну або середньодекадну температуру відкладаємо на осі X на кожне 15 або 5, 15, 25 число кожного місяця. Проводимо ізотерму $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ (лінію, яка паралельна осі X). З точки перетину ізотерми $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ і кривої річного ходу температур опускаємо перпендикуляр на вісь X і знімаємо дату переходу температури через $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ весною і восени.
3. Із довідників випишуються за усі роки тривалість сонячного сяйва у розрізі місяців або декад. Загальна тривалість сонячного сяйва за вегетаційний ($SS_{вп}$) і теплий ($SS_{тп}$) періоди підраховується як сума добутків числа днів у місяці (декади) на середньоденну тривалість сонячного сяйва. В місяць (декаду) початку і кінця вегетації та теплового періоду береться кількість днів після початку вегетації і дати переходу через $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ до кінця місяця (декади) і до кінця вегетації або теплового періоду.
4. Суми сумарної і фотосинтетично активної радіації ($\Sigma Q_{вп}$, $\Sigma Q_{тп}$, $\Sigma Q_{фвп}$, $\Sigma Q_{фтп}$), розраховуються за рівняннями їх зв'язку з тривалістю сонячного сяйва, одержаними Міщенко З.А. і Ляшенко Г.В. у розрізі сезонів року.

Таблиця 3.1 – Агрокліматичні ресурси світла і тепла в період зростання _____ (культури)
на території _____

Роки	Вегетаційний період								Теплий період												
	дата		Тривалість	ресурси					Дата переходу т-ри через 10 °С		Тривалість періоду	Число днів між початку і кінця вегет.періоду та теплого періоду	ресурси								
	посіву	стиглості		світла			тепла		весною	восени			світла			тепла					
				SS	ΣQ	ΣQф	ΣТакт	Тсер					SS	ΣQ	ΣQф	ΣТакт	Тсер	Загальна біокліматич на поправка	ΣТбкл		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
2001																					
2002																					
2003																					
.....																					
.....																					
2020																					

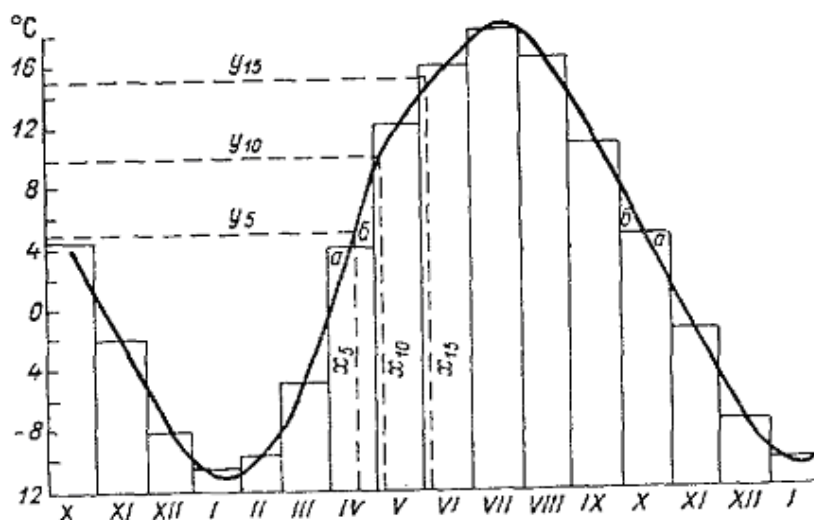


Рис.3.1 – Побудова кривої річного ходу температури методом гістограм (за А. А. Шепелевським)

5. Визначення забезпечення рослини світлом здійснюється із співставлення тривалості сонячного сяйва, сум сумарної і фотосинтетично активної радіації за вегетаційний і теплий період.
6. Виконати розрахунок тривалості вегетаційного періоду (від дати посіву або відновлення вегетації до дати стиглості або збору врожаю) і періоду с температурами вище 10 °С (від дати переходу температури повітря через 10 °С весною і восени). При підрахунку тривалості вегетаційного і теплового періоду доба з першою датою входить в загальну тривалість, а доба з датою стиглості (збору врожаю) і переходу температури через 10 °С восени - не входить.
7. Визначити активну температуру та її суму за вегетаційний період і за період з температурою вище 10 °С. Активна температура ($T_{\text{акт}}$) – це вся температура за період з температурами вище 10 °С. Результати занести до табл. 3.1.
8. Сума температур за вегетаційний період культури називається сумою біологічних температур. Ця сума характеризує вимоги культури до ресурсів тепла. Формула розрахунку сум температур має вигляд:

$$\Sigma T_{\theta} = \Sigma(T_{IV} \cdot N_{IV} + T_V \cdot N_V + \dots + T_{IX} \cdot N_{IX}), \quad (3.1)$$

де $T_{IV}, T_V, \dots, T_{IX}$ - середні місячні температури повітря від дати початку росту до дати дозрівання; $N_{IV}, N_V, \dots, N_{IX}$ - тривалість періодів (дні) від дати початку росту до дати дозрівання.

Приклад розрахунку

Нехай середні декадні температури в певному місці представлені в табл.3.2

Таблиця 3.2 – Середньодакдані температури в певному місці за один рік

IV			V			VI			VII		
9,5	7,5	9,9	16,2	20,0	16,1	18,2	15,0	17,3	15,8	20,0	17,9

Дата посіву ярого ячменю: 09.04, дата дозрівання: 23.07

Сума біологічних температур розраховується таким чином:

$$\sum T_b = 9.5 \cdot 2 + 7.5 \cdot 10 + 9.9 \cdot 10 + 16.2 \cdot 10 + 20.0 \cdot 10 + 16.1 \cdot 11 + 18.2 \cdot 10 + 15.0 \cdot 10 + 17.3 \cdot 10 + 15.8 \cdot 10 + 20.0 \cdot 10 + 17.9 \cdot 2 = 1630,9 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Відповідь: Сума біологічних температур для ярого ячменю становить 1631 °C

9. Ресурси тепла оцінюються за сумою кліматичних температур, під якими розуміють суми середньодобових температур повітря від дати переходу температури повітря через 10 °C на весні до дати переходу температури повітря через 10 °C восени.

Виконуються розрахунки статистичних характеристик та сумарної імовірності усіх показників.

- середнє багаторічне значення показника (наприклад, температури) за формулою:

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{N}; \quad (3.2)$$

де N – загальна кількість значень (об'єм вибірки).

Примітка. Треба пам'ятати, що сума додатних та від'ємних значень Δx_i дорівнює нулю. В іншому випадку розрахунок середнього значення виконано невірно.

- середнє квадратичне відхилення (σ) знаходиться за формулою:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum \Delta x_i^2}{N}}; \quad (3.3)$$

де Δx_i – відхилення кожного значення показника відносно середнього значення;

- коефіцієнт варіації C_v за формулою:

$$C_v = \frac{\sigma}{\bar{x}} * 100\%; \quad (3.4)$$

Для розрахунку ймовірності показників, вибірку необхідно проранжувати, тобто записати у вигляді ряду від меншого до більшого значення (або навпаки) в залежності від показника

- розрахунок ймовірності значень виконують за формулою:

$$P_{x_i} = \frac{m' - 0.25}{N + 0.55}; \quad (3.5)$$

де m' - порядковий номер значення в ранжируваному ряду;
 N – загальне число значень.

- за результатами розрахунків побудувати графік ймовірності значень показника у вигляді рис.3.2, де на осі ординат відкладають значення ймовірності з кроком 1 % - 1 см, а на осі абсцис – в залежності від показника. Отримані точки з'єднати плавною апроксимованою кривою. Через деякі точки крива кривої кількість точок та віддалей до них повинні бути однаковими.

$P_x, \%$

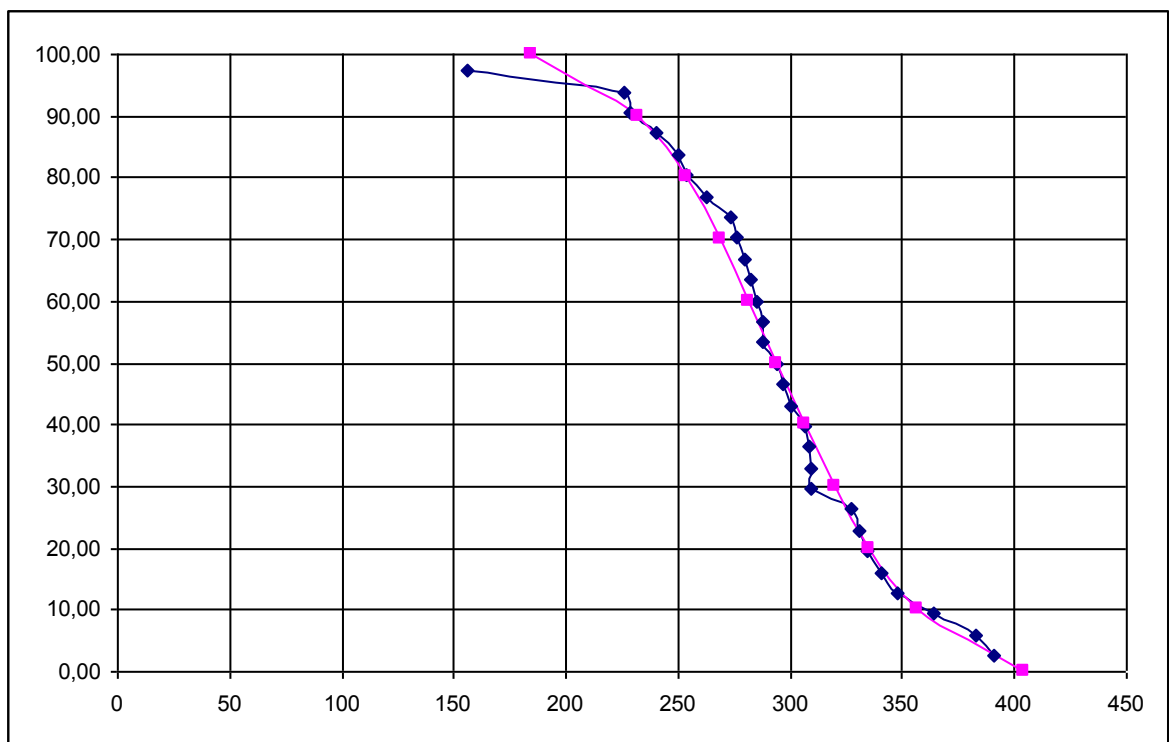


Рис.3.2 – Крива сумарної ймовірності показника.

- для показників, щільність розподілу ймовірностей яких підлягає нормальному закону розподілу (закону Гауса), розрахунок ймовірностей доцільно виконувати за спрощеним методом І. А. Гольцберг за формулою:

$$x_{i(\%)} = \bar{x} + k\sigma; \quad (3.6)$$

- порівнюються величини цих показників і визначається ймовірність задовільнення потреби рослини у ресурсах світла і цих ресурсів на конкретній території.

10. Для встановлення зв'язку між показниками теплових ресурсів побудувати графік залежності між кліматичними сумами температур повітря вище 10 °С і тривалістю теплового періоду (періоду з температурою повітря вище 10 °С). Встановити рівняння зв'язку і значення коефіцієнта кореляції та його помилки.

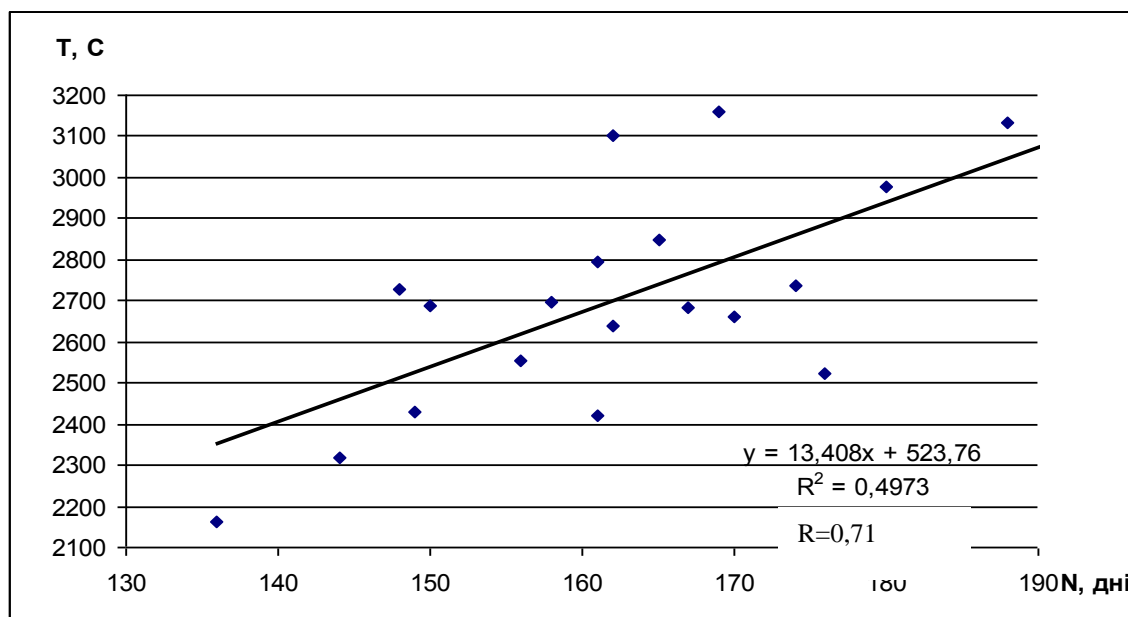


Рис.3.3 - Графік зв'язку між тривалістю теплового періоду та сум кліматичних температур повітря.

11. Для визначення теплозабезпеченості культури в досліджуваному районі, необхідно середню багаторічну величину біологічної суми температур повітря привести до теплового періоду з температурою вище 10 °С. Для цього потрібно розрахувати кліматичні різниці в сумах температур (або кліматичні поправки).

Треба розглядати декілька варіантів різниці між датами початку і кінця вегетації сільськогосподарської культури та дат переходу температури повітря через 10°C весною і восени (рис.3.4).

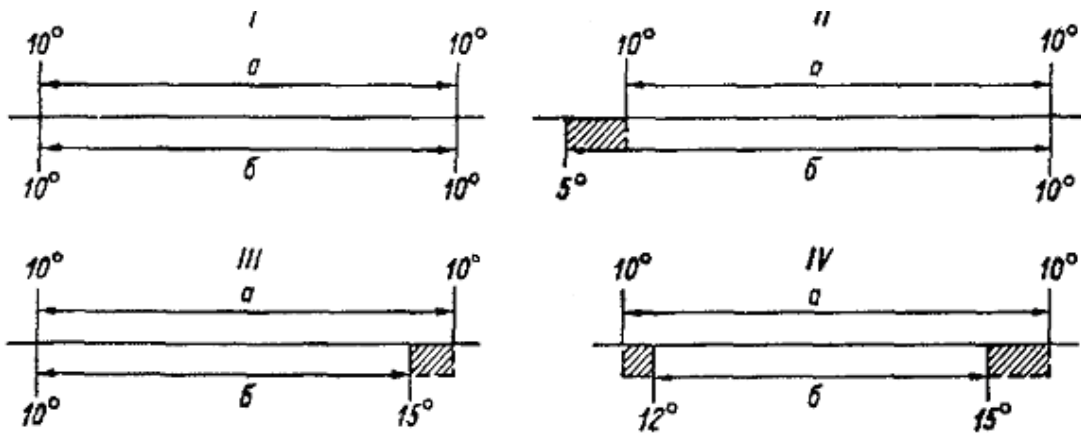


Рис.3.4. – Можливі варіанти при визначенні кліматичної різниці в сумах температур. а – кліматична сума, б – біологічна сума

Пояснення:

У першому випадку кліматична поправка дорівнює 0, так як температура початку росту і дозрівання дорівнює 10°C , і, отже, біологічна сума збігається з кліматичною.

У другому випадку біологічна сума більше кліматичної. Це збільшення обумовлене тим, що температура початку зростання дорівнює 5°C , і, отже, для приведення необхідно суму температур, що накопичилася навесні за період $5-10^{\circ}\text{C}$, відняти від біологічної суми. Для цієї мети достатньо середню температуру за цей період помножити на кількість днів періоду, визначивши, таким чином, кліматичну поправку.

У третьому випадку біологічна сума менше кліматичної за рахунок того, що дозрівання культури настає при температурі 15°C до дати переходу через 10°C восени і середню температуру цього періоду необхідно помножити на кількість днів в періоді. Добуток цих двох величин дає шукану кліматичну поправку, яку необхідно додати до біологічної суми.

Четвертий випадок подібний третьому, з тією різницею, що кліматичних поправок тут дві (на весну і осінь) і обидві мають позитивний знак. Зазначимо, що можуть бути й інші варіанти, але розрахунок кліматичних поправок буде таким же, як і в розглянутих випадках.

12. Ці розрахунки потрібно виконувати відповідно до такої схеми:
 - за середніми багаторічними даними визначити періоди між датами сходів культур і весняного переходу температури повітря через 10°C , а також між

датами досягання культури і осіннього переходу температури повітря через 10°C (табл.3.3).

- підраховані суми температури за вказані періоди і будуть являти собою кліматичні різниці для переходу від біологічних сум температур повітря до кліматичних сум активних температур вище 10 °С (перша - весняна, друга - осіння).

- визначити середні багаторічні значення температури повітря для дати сходів і дозрівання культури (лімітні температури) в даному районі.

- Якщо температура повітря для дат сходів і дозрівання культури нижче 10 °С, то кліматичні різниці в сумах температур повітря треба відняти від біологічної суми; коли одна лімітна температура нижче 10 °С, а друга - вище 10 °С, то одну кліматичну поправку треба відняти, а другу додати до біологічної суми; коли ж значення лімітних температур вище 10 °С, то кліматичні різниці необхідно додати до біологічної суми температур.

Наприклад:

Дата переходу температури повітря через 10 °С на весні: 03.04

Дата переходу температури повітря через 10 °С восени: 22.10

Дата посіву ярого ячменю: 09.04

Дата дозрівання: 23.07

Таблиця 3.3 - Середня декадна температура повітря за 2015 рік.

IV			V			VI			VII			VIII		IX			X			
9,5	7,5	9,9	16,2	20,0	16,1	18,2	15,0	17,3	15,8	20,0	17,9	19,7	21,3	21,0	10,8	12,1	11,5	12,9	6,6	5,4

Отже: $N_g = 6$ днів, а $\sum \bar{T}_g = 9,5$ °С, тоді $\sum T_1 = 57$ °С;

$N_o = 90$ днів, а $\sum \bar{T}_o = 13,9$ °С, тоді $\sum T_2 = 1253$ °С(1334)

$\sum T_{\text{бкл}} = \sum T_g + \sum T_1 + \sum T_2 = 1639 + 57 + 1253$ (або 1334) $= 1639 + 57 + 1253 = 2949$ (або 3030 °С)

14. Розрахована біологічна сума температур за вегетаційний період являє собою потребу у теплі або тепловимогливість культури, яку треба порівняти з ресурсами тепла в досліджуваному районі, тобто з $\sum T_{\text{кл}}$. Теплозабезпеченість культури можна вважати достатньою, коли її тепловимогливість та тривалість вегетаційного періоду забезпечена теплом у вигляді кліматичних сум температур повітря за теплий період з температурою повітря вище 10 °С в 8 – 9 роках із 10 років, тобто забезпеченість складає 80 – 90%. Можливий й

графічний метод оцінки теплозабезпеченості культури в даному районі: по кривим сумарної імовірності $\sum T_{кл}$ і $N_{тп}$ відсотку забезпеченості відповідних значень $\sum T_{б}$ і $N_{вп}$.

Ресурси вологи на територіях та оцінка вологозабезпеченості культур

До основних показників ресурсів вологи відносяться сумарна кількість опадів (R), сума дефіцитів насичення водяної пари (d), запаси продуктивної вологи у метровому шарі ґрунту (W_n , W_k). Запропоновано декілька показників, які в собі, поряд з поняттям ресурсів вологи, мають сенс вологозабезпеченості рослин. Це такі, як вологовимогливість (E_0), вологоспоживання (E), вологозабезпеченість (V) та інтегральні показники зволоження – гідротермічний коефіцієнт Селянінова (ГТК) і коефіцієнт зволоження Шашко (Md). Здійснюючи паралельно розрахунки вказаних показників за вегетаційний і теплий період (табл.3.4), можна перейти до оцінки вологозабезпеченості культури на даній території.

1. Підрахувати сумарну кількість опадів за теплий і вегетаційний періоди. Для розрахунку кількості опадів в декади (місяці) переходу температури через $10\text{ }^\circ\text{C}$ весною і восени та дат початку і кінця вегетаційного періоду необхідно визначити середньодобову кількість опадів, для чого треба кількість опадів поділити на 10 або 11 (30 або 31) і приплюсувати опади за інші декади (місяці)

2. Розрахунок сум дефіцитів насичення водяної пари здійснюється аналогічно розрахунку сум температур.

3. Розрахунок вологовимогливості, фізичним еквівалентом якої є випаровуваність, здійснюється за біофізичним методом Алпатьєва:

$$E_0 = 0,65 \cdot \sum d, \quad (3.7)$$

де E_0 - вологовимогливість або оптимальне вологоспоживання культури (мм); $\sum d$ - сума середніх добових дефіцитів вологи повітря за період вегетації (мм); 0,65 - середній за вегетацію біологічний коефіцієнт волого споживання.

4. Фактичне водоспоживання за кожен рік та середнє багаторічне значення ($E_{ф}$, $\bar{E}_{ф}$) розраховуються за скороченим рівнянням водного балансу:

$$E_{ф} = \sum r + (W_n - W_k), \quad (3.8)$$

де $E_{ф}$ - фактичне водоспоживання культури, (мм); $\sum r$ - сума опадів за період (мм); W_n , W_k - запаси продуктивної вологи у метровому шарі ґрунту на початок та кінець періоду (мм).

Таблиця 3.4 –Агрокліматичні ресурси вологи в період зростання _____ (культури)
на території _____

роки	Вегетаційний період								Теплий період									
	Кількість опадів	сума дефіциту	ВОЛОГОВИМОГЛИВІСТЬ	Запаси вологи у ґрунті		ВОДОСПОЖИВАННЯ	ВОЛОГОЗАБЕЗПЕЧЕНІСТЬ	ГТК	M _d	Кількість опадів	сума дефіциту	ВОЛОГОВИМОГЛИВІСТЬ	Запаси вологи у ґрунті		ВОДОСПОЖИВАННЯ	ВОЛОГОЗАБЕЗПЕЧЕНІСТЬ	ГТК	M _d
				початок	кінець								кінець	початок				
2001																		
2002																		
2003																		
...																		
...																		
2019																		
2020																		

5. Вологозабезпеченість культури (V_k) визначається як відношення фактичного вологоспоживання культури до оптимального:

$$V_k = \frac{E_\phi}{E_0} \cdot 100\% \quad (3.9)$$

6. Розрахунок інтегральних показників зволоження Селянінова і Шашко виконується за формулами:

$$ГТК = \frac{\sum r}{\sum T_c \div 10} \quad (3.10)$$

де $\sum r$ - кількість опадів за теплий період (мм); $\sum T_c$ - сума середньодобових температур вище 10 °С за період вегетації культур, зменшена в 10 раз, яка умовно характеризує випаровуваність.

$$Md = \frac{P_r}{\sum dr} \quad (3.11)$$

де P_2 - опади за рік, $\sum d_2$ - сума середньодобових дефіцитів вологості повітря за рік (мм), яка є показником випаровуваності.

Оцінка вологозабезпеченості може бути виконана й за дефіцитом волого споживання, який розраховується як різниця між фактичним і оптимальним волого споживанням - $E_0 - E_\phi$.

Для усіх визначених показників ресурсів вологи виконати розрахунки статистичних й імовірнісних характеристик (формули 3.2-3.5) та побудувати графіки сумарної імовірності (забезпеченості) кожного із показників.

Загальна оцінка вологозабезпеченості території здійснюється за величиною V_k за теплий період, а оцінка вологозабезпеченості культури здійснюється за величиною V_k за вегетаційний період. Критерії вологозабезпеченості по величині V_k такі: 85% та вище - відмінна; 84-75% - добра; 74-65% - задовільна; 65-50% - погана; менше 50% - дуже погана.

Треба також виконати оцінку вологозабезпеченості за кількістю опадів. Для цього визначаємо відношення кількості опадів по рокам до середньобогаторічної величини опадів. Розрахунки здійснюються у розрізі вегетаційного і теплого періоду:

$$K_{\bar{r}} = \frac{\sum r_{\bar{r}}}{\sum \bar{r}_{\bar{r}}} \cdot 100\% ; K_{mn} = \frac{\sum r_{mn}}{\sum \bar{r}_{mn}} \cdot 100\% \quad (3.12)$$

Оцінка вологозабезпеченості здійснюється за певними критеріями, які відрізняються по природним зонам (табл.3.5):

Таблиця 3.5 – Критерії оцінки вологозабезпеченості по кількості опадів (у % від середньої багаторічної величини)

Роки	Кількість опадів за вегетаційний період, (%) в кліматичної норми	
	степова зона	лісна і лісостепова зона
сухі	менше 40	менше 20
засушливі	41-80	21-60
нормальні	81-120	61-121
вологі	121-160	121-140
надмірно вологі	більше 161	більше 141

Критеріями оцінки умов зволоження за ГТК є: 2,0 – умови надмірно вологі; 1,5 – оптимальні; 1,0 – достатнього зволоження; 0,7 – посушливі; 0,5 і нижче – сухі та дуже сухі умови.

Величина Md більше 0,45 відповідає надмірним умовам зволоження, дорівнює 0,45 – умовам достатнього зволоження; менше 0,45 – недостатньому зволоженню; менше 0,15 - дуже сухим умовам.

Критеріями оцінки умов зволоження за весняними волого запасами є наступні величини: добрі 180-160 мм; задовільні 160-130 мм; недостатні 130-80 мм; погані та дуже погані 80-50 мм й нижче.

За графіками сумарної імовірності показників можна надати імовірнісну характеристику умов надмірного, достатнього та недостатнього зволоження або посушливих і сухих умов.

Агрокліматична оцінка умов заморозконебезпечності на весні та восени.

Основними агрокліматичними показниками заморозків для оцінки території є: дати останнього заморозку навесні і першого осіннього в повітрі і на поверхні ґрунту ($D_{вз}$, $D_{оз}$, $D'_{вз}$, $D'_{оз}$); тривалість беззаморозкового періоду в повітрі на рівні метеобудки і на поверхні ґрунту ($N_{б/п}$, $N'_{б/п}$), інтенсивність заморозків, яка визначається за значенням мінімальної температури від 0 °С та нижче у повітрі та на ґрунті ($T_{мін}$, $T'_{мін}$); суми температур повітря і ґрунту за беззаморозковий період ($\sum T_{б/п}$, $\sum T'_{б/п}$).

Сумарна імовірність дат закінчення весняних і початку осінніх заморозків, а також тривалість беззаморозкового періоду являє собою мінливість цих дат і періоду за роками. Розрахунки виконуються за наступними формулами:

$$D_{вз(\%)} = \bar{D}_{вз} \pm \sigma_{\epsilon} \cdot K_{\Gamma}, \quad (3.13)$$

$$D_{оз(\%)} = \bar{D}_{оз} \pm \sigma_o \cdot K_{\Gamma}, \quad (3.14)$$

$$N_{б/п(\%)} = \bar{N}_{б/п} \pm \sigma_N \cdot K_{\Gamma}, \quad (3.15)$$

де $D_{вз(\%)}$, $D_{оз(\%)}$, $N_{б/п(\%)}$ - можливі дати припинення весняних та настання осінніх заморозків, тривалості беззаморозкового періоду шуканої імовірності; $\bar{D}_{вз}$, $\bar{D}_{оз}$, $\bar{N}_{б/п}$ - кліматична норма цих показників; σ_{ϵ} , σ_o , σ_N - середні квадратичні відхилення від відповідних середніх значень показників заморозків; K_{Γ} - коефіцієнт нормального розподілення.

При розрахунках за формулами для імовірності агрокліматичного показника заморозконебезпечності, яку ми шукаємо, вводять відповідні значення коефіцієнта K_{Γ} згідно із табл. 3.7 Далі для кожної станції креслять криві сумарної імовірності для вказаних показників. На осі ординат відкладають значення імовірності ($P_x, \%$) знизу вгору від 0 до 100%, а на осі абсцис – можливі дати припинення заморозків навесні або на початку осені, а також довготривалість беззаморозкового періоду в днях. За отриманими кривими імовірності приморозків можна скласти для даного району таблицю початку беззаморозкового періоду або його закінчення раніше (пізніше) середніх багаторічних дат.

Таблиця 3.6. – Коефіцієнт К до значення σ для розрахунку імовірності настання заморозків.

Показник	Імовірність										
	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Коеф. К	-2,25	-1,28	-0,84	-0,52	-0,25	0	0,25	0,52	0,84	1,28	2,25
Відхилення в днях ($N = K \cdot \sigma$)											
Дати відхилень від середньої											
$N_{б/п}$											

Для кліматичної характеристики небезпечного заморозку може бути використана імовірність настання заморозку тієї інтенсивності, за якої пошкоджується культура у визначеній фазі. Імовірність пошкодження

заморозками будь-якої культури можна розрахувати, використовуючи такі дані:

- 1) стійкість до заморозку культури у різні фази розвитку;
- 2) середні дати настання різних фаз розвитку;
- 3) імовірність того, що заморозки настануть у середні дати фаз розвитку за такої інтенсивності, яка нижче заморозкостійкості рослин у ці фази.

Агрокліматичні розрахунки імовірності пошкодження будь-якої культури заморозками різної інтенсивності у конкретній фазі розвитку виконується на основі використання графіка імовірності заморозків для весни та осені шляхом зіставлення дат заморозків з фенологічними датами.

- За даними станції, використовуючи формули 19; 20, розрахувати сумарну імовірність дат припинення заморозків навесні (\bar{D}_{63}) та настання перших заморозків восени (\bar{D}_{03}) з кроком 0, 10, 20...90, 100% за відповідним коефіцієнтом К (табл. 3.6 та значенню σ). Результати записати у форму табл. 3.7.

- За датами припинення та настання заморозків різної імовірності навесні та восени розрахувати відповідні значення тривалості беззаморозкового періоду в повітрі ($\bar{N}_{6/11}$). Дані занести у форму табл. 3.8.

- Побудувати криві сумарної імовірності для дат припинення заморозків навесні та настання їх восени і тривалості беззаморозкового періоду.

- На криві сумарної імовірності \bar{D}_{63} , \bar{D}_{03} нанести значками середні дати настання фаз розвитку обраної культури та визначити можливості їх пошкодження весняними та осінніми заморозками в даному районі.

- Надати агрокліматичну характеристику умов заморозконебезпечності в даних районах для сільськогосподарських культур.

Агрокліматична оцінка умов морозонебезпечності.

Агрокліматична оцінка умов перезимівлі всіх зимуючих культур складається із кількісної характеристики небезпечних явищ: вимерзання, дія льодової кірки, вимокання. До показників, які використовують для оцінки умов вимерзання сільськогосподарських відносять: середній із абсолютних річних мінімумів температури повітря (\bar{T}_m) і ґрунту (\bar{T}_{mn}), сума від'ємних температур нижче 0, -5, -10 °С, температура самого холодного місяця (\bar{T}_x), висота снігового покриву (Н), глибина промерзання ґрунту (h).

Для комплексної агрокліматичної оцінки зимового періоду запропоновані різні показники, які в тому чи іншому вигляді враховують термічний режим та висоту снігового покриву. Такі показники були запропоновані А.М. Шульгіним, Г.Д. Ріхтером, В.М. Личикаки В.А. Моїсейчик.

Приклад:

Таблиця 3.7 - . Вихідні дані до розрахунків.

Станція	$\bar{D}_{вз}$	σ (%)	Дата перех. Т на весні ч/з		Дати всходів		$\bar{D}_{оз}$	σ (%)	Дата перех. Т восени ч/з	
			5°	10°	Ярової пшениці	Картоплі			5°	10°
Київ	18.04	12	08.04	25.04	27.04	01.06	16.10	10	03.10	27.10

Таблиця 3.8 - Розрахунок настання беззаморозкового періоду (ст. Київ)

Показатель	Вероятность, %										
	5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Коефіцієнт «К»	-2,25	-1,28	-0,84	-0,52	-0,25	0	0,25	0,52	0,84	1,28	2,25
Відхилення, дні ($\sigma=12$)	-27	-15	-10	-6	-3	0	3	6	10	15	27
Дати припинення заморозків навесні	22.03	3.04	8.04	12.04	15.04	18.04	21.04	24.04	28.04	03.05	15.05
Відхилення, дні ($\sigma=10$)	-23	-13	-8	-5	-3	0	3	5	8	13	23
Дати настання приморозків восени	23.09	03.10	8.10	11.10	13.10	16.10	19.10	21.10	24.10	29.10	08.11
$\bar{N}_{он}$, дні	185	183	183	182	181	181	181	180	179	179	176

Розрахунок комплексного показника умов перезимівлі зернових культур (\bar{K}_M) для степової зони виконується за формулою:

$$\bar{K}_M = 0,4844 \frac{\bar{T}_M}{T_{кр}} + 1,3081 \frac{\bar{H}}{\bar{n}} - 0,6071, \quad (3.16)$$

де \bar{T}_M - мінімальна температура повітря, осереднена для тої або іншої області; \bar{H} - максимальна глибина промерзання ґрунту; \bar{n} – тривалість періоду зі сніговим покривом; $T_{кр}$ - критична температура вимерзання вирощуваних сортів озимих культур.

Для лісної та лісостепової зони агрокліматичний показник (\bar{K}_M) в середньому по області виражається наступним рівнянням

$$\bar{K}_M = 0,4934 \frac{\bar{T}_M}{T_{кр}} + 1,4181 \frac{\bar{H}}{\bar{n}} - 0,7015. \quad (3.17)$$

Ці рівняння дійсні при значеннях: \bar{T}_M від -18 до -45 °С; \bar{H} - від 10 до 150 см; \bar{n} - від 35 до 200 днів.

- Виписати із довідника значення середнього і абсолютного мінімумів температури повітря ($T_{мін}$), а також його значення для 20 та 10% ймовірності для окремого пункту.
- В разі відсутності значень 20 та 10% ймовірності доповнити інформацію даними про середньоквадратичне відхилення σ з метою розрахунку необхідних ймовірностей 20 та 10% забезпеченості за методом І.А. Гольцберг (табл.3.6) за спрощеною формулою:

$$T_{мін(\%)} = T_{мін} + k\sigma; \quad (3.18)$$

де σ – середнє квадратичне відхилення; k – коефіцієнт для визначення значень конкретного показника певних значень забезпеченості.

Таблиця 3.9 – Імовірнісна характеристика морозонебезпечності

Показники	Імовірність								
	10	20	30	40	50	60	70	80	90
$T_{мін}$									
$T_{абс. мін}$									

- Побудувати криву забезпеченості показників умов морозонебезпечності (рис.3.4)

- Розрахувати значення мінімальної температури на глибині вузла кущіння (3 см) за даними середнього із абсолютних мінімальних температур повітря, глибини промерзання ґрунту, а також висоти снігового покриву, використовуючи формулу В. О. Моїсейчик:

$$T_{MЗ} = 0,25T_M - 0,06H + 0,48; \quad (3.19)$$

де H – глибина промерзання ґрунту.

- Дати аналіз умов морозостійкості на конкретній території.

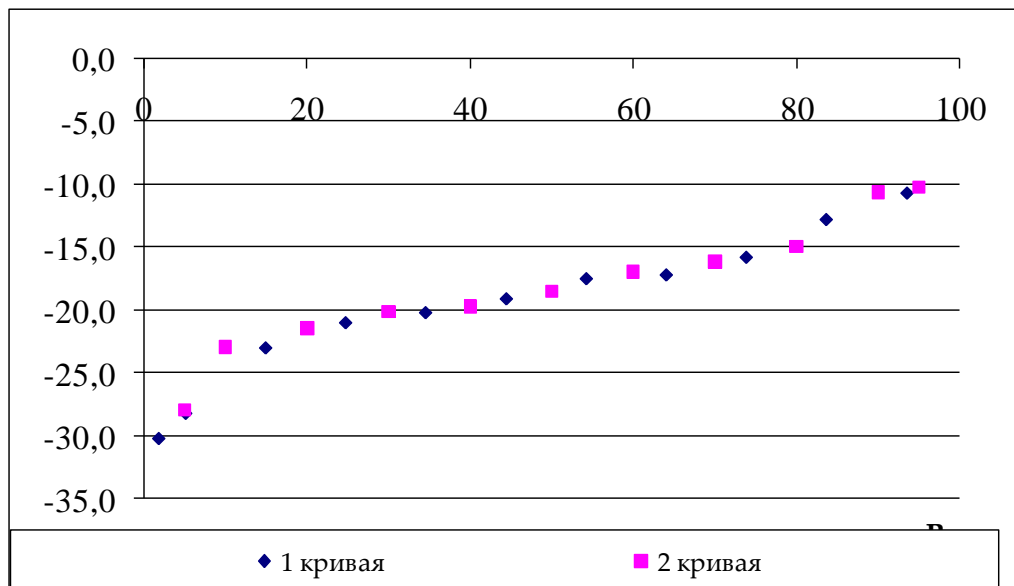


Рис.4 – Крива імовірності середнього із абсолютних мінімумів температури повітря

Література

1. Агрокліматичний довідник по Одеській області: (1986-2005 рр.) / М-во надзвичайних ситуацій України; Гідрометеорологічний центр Чорного та Азовського морів; за ред.. В.М. Ситова, Т.І. Адаменко. – Одеса: Астропрінт, 2011 – 204 с. (**як приклад - кожен вибирає свою область**).
2. Агрокліматичний довідник території України / За ред..Адаменко Т.І., Прокопенка А.Л., Кульбіді М.І. –Камянець-Подільський. – 2011. 143с.
3. Гольцберг И.А. Агроклиматическая характеристика заморозков в СССР и методы борьбы с ними. – Л.: Гидрометеиздат. – 1961. – 198 с.
4. Довідник з агрокліматичних ресурсів України. С.2, ч.2. Агрокліматичні умови росту та розвитку основних сільськогосподарських культур/ Гол.

- ред. М.П. Скрипник, Заст. Гол. Ред. В.П. Дмитренко, М.Ф. Цупенко. - Київ: УкрГМЦ, 1993. - 718 с.
5. Кельчевская Л.С. Методы обработки наблюдений в агроклиматологии. Методическое пособие. –Л.: Гидрометиздат, 1971. - 216 с.
 6. Личикаки В.М. Перезимовка озимых культур – М.: Колос. – 1974. – 208с.
 7. Ляшенко Г.В. Практикум з агрокліматології. Навчальний посібник. – Одеса:ТЕСС. – 2014. – 150 с.
 8. Методи оцінки і районування мікрокліматичної мінливості радіаційно-теплових ресурсів України для оптимізації розміщення сільськогосподарських культур //Під ред. М.І. Кульбіді, З.А. Міщенко. - Київ, УкрГМЦ, 2004.- 111 с.
 9. Мищенко З.А. Агрокліматологія. – К.: КНТ, 2009. – 511 с.
 10. Мищенко З.А., Ляшенко Г.В., Ляхова С.В. О методике уплотнения агроклиматической информации на примере радиационно-тепловых ресурсов/.– Киев, 1994. - Деп. в Укр.ИНЭИ 28.07.94 за № 1435 – Ук.94.
 11. Мищенко З.А., Ляхова С.В. Агроклиматическая оценка условий морозоопасности для перезимовки винограда на территории Украины. В сб.: // Метеорология, климатология и гидрология, 1999, № 36. - С.119-133.
 12. Моисейчик В.А. Агрометеорологические условия и перезимовка озимых культур. – Л.: Гидрометеоздат. – 1975. – 295 с.
 13. Научно-прикладной справочник по климату СССР. Серия 3. Многолетние данные. Части 1-6. Вып. 10, Украинская ССР. Книга 1. – Л.: Гидрометеоздат. - 1990. – 604 с.

ДОДАТКИ

Додаток А1
Титульний аркуш курсового проекту студентів денної форми навчання

ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра агрометеорології та агрометеорологічних прогнозів

КУРСОВИЙ ПРОЕКТ

_____ (назва дисципліни)
на тему: _____

Студента (ки) _____ курсу _____ групи
напряму підготовки _____
спеціальності _____

_____ (прізвище та ініціали)
Керівник _____

_____ (посада, вчене звання, науковий ступінь,
прізвище та ініціали)

Оцінка за національною шкалою:

Кількість балів: _____ Оцінка за ECTS _____

Члени комісії:

_____ (підпис) _____ (прізвище та ініціали)

_____ (підпис) _____ (прізвище та ініціали)

_____ (підпис) _____ (прізвище та ініціали)

м. ОДЕСА - 20 __ рік

Додаток А2
Титульний аркуш курсового проекту студентів заочної форми навчання

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Навчально-консультаційний центр заочної освіти

Кафедра _____

КУРСОВИЙ ПРОЕКТ

(назва дисципліни)

на тему: _____

Студента (ки) _____ курсу _____ групи
напряму підготовки _____
спеціальності _____

(прізвище та ініціали)

Керівник _____

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Оцінка:
За національною шкалою _____
Кількість балів: _____
ECTS _____

Члени комісії

_____ (підпис) _____ (прізвище та ініціали)

_____ (підпис) _____ (прізвище та ініціали)

_____ (підпис) _____ (прізвище та ініціали)

П.І.Б. студента	Дата отримання завдання СРС	Дати виконання етапів КР по РП							П.І.Б. Підпис викладача
	НКЦ/кафедра/викладач/мережа Internet	Дати фактичного виконання							
І. Петров В.С.	25.05.2016г.	3.10	3.11	3.12	3.01	3.02	3.03	3.04	
	кафедра								

Дата реєстрування в НКЦ _____ печать _____

Дата реєстрування на кафедрі _____

Зворотній бік: рецензія на самостійне завдання студента

м. ОДЕСА - 20 __рік